

未| |来 FRONT

豊富な被圧地下水への対策として、
無排土、低騒音、近接施工が可能な
回転杭を採用

北陸新幹線 富山駅高架橋工事ほか

1964年の東京―新大阪間の開業を皮切りに、常に世界の高速鉄道をリードしてきたわが国の新幹線。1972年には、北海道から九州までの5線で整備新幹線計画が決定され、5大都市圏と地方主要都市とをおおむね3時間で結ぶという、21世紀型の高速基幹ネットワークのグランドデザインが形成された。そして、昨年12月には東北新幹線が新青森まで延伸して全線開通。さらに、2004年に一部開業していた九州新幹線もこの3月に博多―鹿児島間が全線開業し、北海道新幹線も一部区間で着工済みであることから、東海道新幹線の開業から約半世紀を経て、日本の太平洋岸の主要都市はおおむね新幹線ネットワークにより網羅されることになった。一方、1997年に東京から長野まで部分開業している北陸新幹線（長野新幹線）も、現在、金沢までの延伸区間の工事が着々と進んでいる。東京から北陸経由で関西に至る沿線人口は東海道新幹線に匹敵し、東海道新幹線の代替補完機能としても期待される北陸新幹線の建設現場を、北陸の産業都市である富山に訪ねてみた。

無排土施工により、被圧地下水に対処した回転杭

北アルプスが形成した 地下水豊富な地盤

現在、県都・富山市の玄関口となる富山駅を中心に高架橋工事を進めている鉄道・運輸機構 北陸新幹線第二建設局 富山鉄道建設所（以下、富山鉄道建設所）は、東は滑川市と上市町の行政境となる上市川右岸から西は神通川の右岸までの、富山市街を東西に横断する約14.6kmを管内としている。

この区間は富山平野の平坦な地形で占められ、構造物としてはトンネルはなく、橋梁が約1.7km（12%）、高架橋が約12.9km（88%）となっている。橋梁の主橋脚部に鋼管矢板基礎が使用されたほか、高架橋部は地層条件に応じて回転杭と場所打ち杭が使い分けられている。回転杭の選択のポイントとなったのは、北アルプスからの豊富な地下水対策である。

東に標高3000mを超える立山連峰があり、北に沈降の著しい深海性の富山湾を望む富山平野は、融雪時に膨大な流量を誇る複数の急傾斜河川によって形成された、複合扇状地である。その中でも最大のものが、富山市街の大

半を形成する常願寺川扇状地である。この扇状地は海拔165mに扇頂があり、河口までの距離は18km。扇状地の勾配は約0.9%である。富山市街では20m等高線に沿って今泉、大泉、小泉、清水などの地名が並ぶ。これらは扇状地末端の湧水群で、30m程度の深さの掘抜井戸から地下水が豊富に湧出している。



水橋田伏高架橋工事での回転杭施工状況



立山連峰からの膨大な雪解け水で複合扇状地を形成する富山平野

被圧地下水への対策として 回転杭を採用

こうした地層条件から富山平野の扇状地末端部で杭施工を行おうとすると、地盤の掘削により、随所で被圧地下水が自噴してしまう。そのため、地下水の被圧状況によっては、先行掘削を行う場所打ち杭では地下水が噴出してしまい、基礎杭の築造に支障をきたす。古くから地元の生活や産業に役立ってきた立山連峰を源とする豊富な地下水が、この場合は皮肉にも障害となってしまうのである。そこで、この被圧地下水対策に採用されたのが、鋼管杭の先端に羽根を溶接した回転杭なのである。

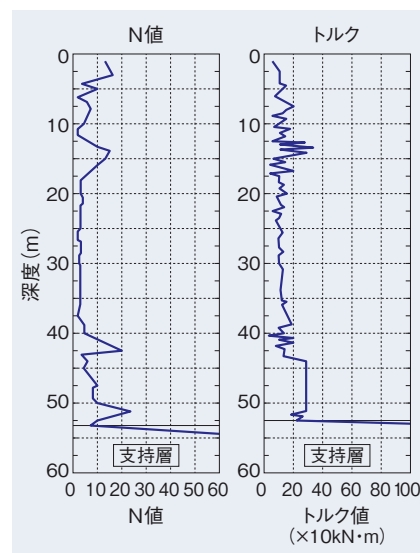
この鋼管杭は、全周回転機等を用いて先端羽根の推進効果を利用して回転貫入することで、無排土施工が可能になる。さらに、鋼管内に取り込まれた土が管内で閉塞しているため、被圧地下水を抑え込むことができる。この工区では、被圧地下水の水位GL+2m以上を基準に回転杭が採用されている。

無排土、低騒音・低振動という 低環境負荷と施工性を 併せもつ工法

回転杭の特長である無排土施工は、残土処分が不要というすぐれた環境特性を発揮する。残土の発生がないことから、その仮置きスペースも不要で、かつ工事車両の台数の削減につながる。また、残土処分費も不要であることから工費の縮減に寄与している。

さらに、先端羽根の推進力で回転圧入することから低騒音・低振動であり、住宅密集地も含む市街地施工で夜間工事にも対応できる工法となっている。

また、回転杭は施工時の回転抵抗値（回転トルク値）や貫入量から推定される先端貫入抵抗値が、実際の地盤の硬さと非常に相関を示すことが確認されている。そこで、回転トルク値や貫入量を管理することで支持層への確実な根入れが可能になっており、高品質で信頼性の高い杭構築ができるのが特長である。



回転杭の管理指標例



回転圧入完了時の杭周辺排土状況



先端羽根の形状（例）



着々と高架橋の立ち上げが進む北陸新幹線（水橋田伏高架橋付近）

断続施工で過密ダイヤに対応、無排土で近接施工に貢献

狭隘地での効率的な施工を可能にした回転杭

施工延長1350mの高架橋および橋梁工事となる富山駅高架橋工区では、被圧地下水対策以外にも回転杭のメリットが活かされている。

この工区は、JR北陸本線・高山本線と富山地方鉄道が近接する「鉄道営業線近接工事」となっており、狭隘な作業スペースと分刻みで往来する営業線に配慮しながらの施工が特徴となっている。特に、最近接の富山地方鉄道の場合、朝のラッシュ時は5分間隔で列車が往復し、鉄道会社の保安基準では通過3分前には、クレーン作業を中断しなければいけないという制約があった。

場所打ち杭の場合、ケーシングを建込んでの掘削、鉄筋かごの建込み、コンクリートの打設など工程数が多く、それぞれ連続施工が必要となる。その場合、クレーン等の重機による作業が不可欠で、過密した列車ダイヤに配慮しながら営業線近接施工を行うことは効率が悪く、富山駅高架橋工事のタイトな工程の中で工期を確保することが困難となる。

これに対して、回転杭は鋼管の建込み時を除けば重機の使用が最小限で済み、鋼管圧入の一時的な中断から容易な再開など、断続施工も可能である。さらに、掘削やコンクリート硬化の時間も不要なことから、これ

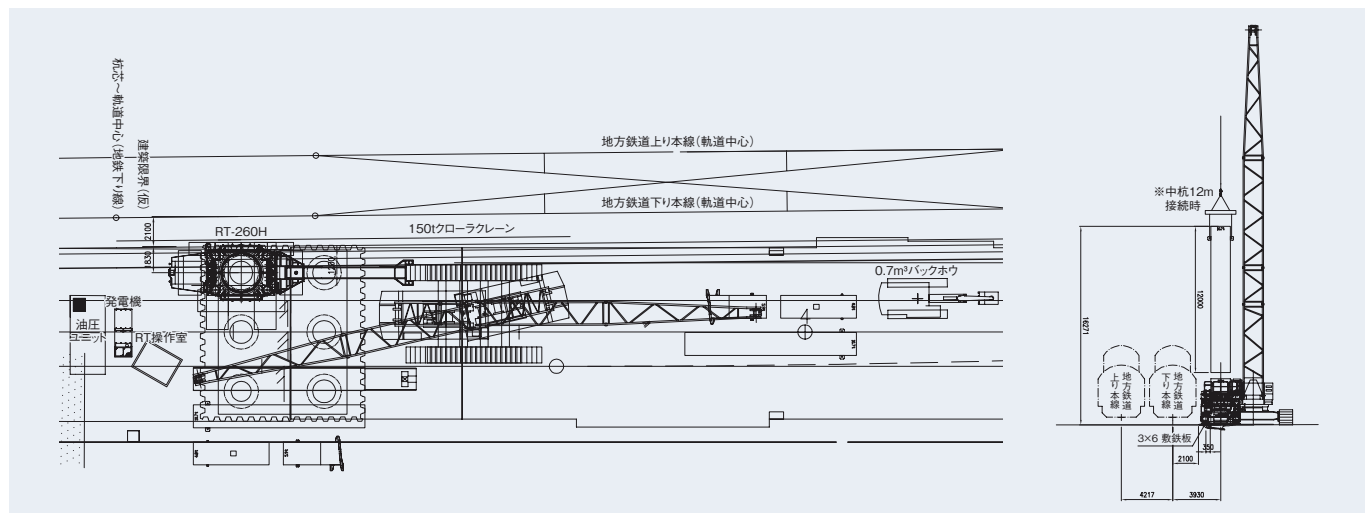
らの施工に対する時間が短縮される。

こうして、本工区での近接施工への要請を、回転杭は断続施工という柔軟かつフレキシブルな施工性でクリアした。本工区での比較では、場所打ち杭であれば30～40m級の杭が2日に1本、または3日に2本しか施工できないところを、回転杭であれば2本または3本の継杭であっても、1日1セットの施工が可能になっており、その施工効率のよさを発揮している。

また、富山地方鉄道とJR北陸本線の間に挟まれた施工スペースを考慮し



低騒音・低振動施工に加え、周辺地盤を緩めないため、近接工事に適した工法



富山駅高架橋「いちち川B-P3」富山地方鉄道側・最近接杭配置図



営業線への最接近現場の状況



プラント設備や排土置き場が不要のため省スペース施工が可能

た場合でも、場所打ち杭では排土の仮置きスペース確保やコンクリートミキサー車など作業車両の多さがスペースを圧迫することが懸念された。その点、回転杭であれば、重機類の配置も含めて回転圧入時の作業スペースはきわめて小さく、無排土であることから狭隘地での近接施工に適した工法と評

価された。

冬季のこの工区ならではの工夫として、継杭の溶接時にポリエチレン等で作製された特殊風防を用いているのも特徴である。大径・厚肉の鋼管の溶接は、プレヒートから完了までに長い作業時間を要する。ことに、低温で風雪のあるこの工区では溶接環境が厳しいものとなる。そこで、この特殊風防は寒冷地での防風対策を図ることで、鋼管の低温化や着水を避け、安定した溶接環境を維持することに役立っている。

近接営業線への安全の配慮、冬季の気象条件という過酷な諸条件をクリアしながら、スピーディーかつ省スペース、さらには環境にやさしいというメリットもあわせて発揮しながら、高速鉄道高架に鋼管杭の新工法である回転杭が適用されている。富山鉄道建設所管内で使用される回転杭は、 $\phi 800 \sim 1600 \text{mm} \times t12 \sim 27 \text{mm} \times L21 \sim 43.5 \text{m}$ 、使用材はSKK490。杭本数合計は1047本となっている。

東西日本の大きな架け橋として 対アジアの日本海側拠点の 一大インフラとして

2014年度末の長野－金沢間一括開業を目指して鋭意建設工事が進む北陸新幹線だが、東京から富山、金沢へ現行路線から60～80分の時間短縮になる効果は、さまざまな面に大きな影響

を与えると期待されている。

観光面では、従来の北陸は関西の奥座敷としての色合いが濃かったが、北陸新幹線開業後は首都圏をターゲットにした観光戦略が盛んになるであろう。富山の立山・黒部のアルペンルート、金沢の歴史・文化遺産への観光が、東京から2時間少々距離となるのである。

また、商業都市・金沢が首都圏資本の視界に入ってくるということにもなるだろうし、豊富な水資源と水力発電を背景に、製薬からエレクトロニクスまで伝統産業と先端産業がそろった産業都市・富山と首都圏との交流も、今以上に活発になることは間違いない。

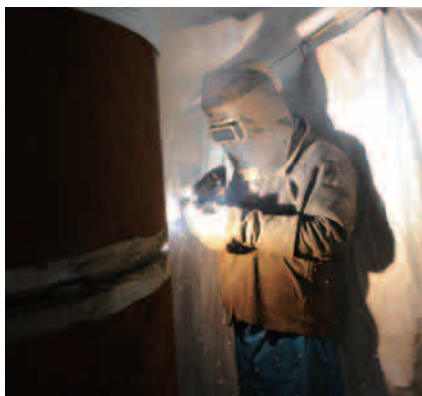
将来的には関東と関西をつなぐ一大中継地点としての役割だけでなく、世界経済をリードするアジアへの窓としての役割など、今後の北陸地方躍進の起爆剤として大きな期待が寄せられるのが北陸新幹線である。

これまで、太平洋岸を中心に整備されてきた高速鉄道網が、いよいよ日本海側におよぶ。環境型社会の実現を目指して、モーダルシフトへの流れが進む中、北陸新幹線の基礎部分をフレキシブルな施工性と環境性能の高さで形づくっているのが、この回転杭工法である。

[写真提供: 鉄道建設・運輸施設整備支援機構、富山市]



過酷な気象条件に対応可能な特殊風防



特殊風防で安定した溶接環境を確保